

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Dasar Geometrik Jalan**

Perencanaan Geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang titik beratkan pada alinyem horizontal dan alinyemen vertikal sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yang memberikan kenyamanan yang optimal pada arus lalu lintas sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Secara umum perencanaan geometrik terdiri dari aspek-aspek perencanaan tase jalan, badan jalan yang terdiri dari bahu jalan dan jalur lalu lintas, tikungan, drainase, kelandaian jalan serta galian dan timbunan. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efesiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan. (Silvia Sukirman, 2010)

Perencanaan geometrik jalan merupakan suatu perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkut beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data yang didapat dari suatu hasil survey lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan perencanaan yang berlaku. Acuan perencanaan yang di maksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang dianut di Indonesia. (hamirhan Saodang, 2010)

Dalam penentuan rute suatu ruas jalan, sebelum sampai pada suatu keputusan akhir perancangan, banyak faktor internal yang perlu ditinjau, antara lain :

1. Tata ruang jalan yang akan dibangun.
2. Data perancangan sebelumnya pada lokasi atau sekitar lokasi.
3. Tingkat kecelakaan yang pernah terjadi akibat permasalahan geometrik.
4. Tingkat pertumbuhan lalulintas.
5. Alternatif rute selanjutnya dalam rangka pengembangan jaringan jalan.
6. Faktor lingkungan yang mendukung dan mengganggu.
7. Faktor ketersediaan bahan, tenaga dan peralatan.
8. Biaya pemeliharaan.

## 2.2 Klasifikasi Jalan

### 2.2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Klasifikasi berdasarkan fungsi, jalan raya diklasifikasikan ke dalam dua sistem jaringan jalan, antara lain :

#### 1. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer adalah jalan yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi dalam struktur pengembangan wilayah. Sistem jaringan jalan primer dibagi menjadi tiga yaitu :

##### a. Jalan arteri primer

Menghubungkan kota jenjang kesatu, yang terletak berdampingan, atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua. Adapun ciri jalan arteri primer adalah sebagai berikut :

- Didesain paling rendah dengan kecepatan 60 km/jam.
- Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
- Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.
- Jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi secara efisien sehingga kecepatan 60 km/jam dan kapasitas besar tetap terpenuhi.
- Persimpangan pada jalan arteri primer harus dapat memenuhi ketentuan kecepatan dan volume lalu lintas.

##### b. Jalan kolektor primer

Menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua, atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang ketiga, atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga. Adapun ciri jalan kolektor primer adalah sebagai berikut :

- Didesain untuk kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam.
- Lebar badan jalan tidak kurang dari 7 meter.
- Kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.

- Jumlah jalan masuk dibatasi, dan direncanakan sehingga dapat dipenuhi kecepatan paling rendah 40 km/jam.
- Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki kota.

c. Jalan lokal primer

Menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan persil. Adapun ciri jalan lokal primer adalah sebagai berikut :

- Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam.
- Lebar badan jalan tidak kurang dari 6 meter.
- Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa.

2. Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan dalam satu wilayah perkotaan. Sistem jaringan jalan sekunder terbagi menjadi tiga bagian yaitu :

a. Jalan arteri sekunder

Menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Adapun ciri jalan arteri sekunder adalah sebagai berikut :

- Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 30 km/jam.
- Kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
- Pada jalan arteri sekunder, lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
- Persimpangan jalan dengan peraturan tertentu harus memenuhi kecepatan tidak kurang dari 30 km/jam.

b. Jalan kolektor sekunder

Menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua, atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Adapun ciri jalan kolektor sekunder adalah sebagai berikut :

- Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 20 km/jam.
- Lebar badan jalan tidak kurang dari 7 meter.

c. Jalan lokal sekunder

Menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan. Adapun ciri jalan lokal sekunder adalah sebagai berikut :

- Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 10 km/jam.
- Lebar badan jalan tidak kurang dari 5 meter.
- Dengan kecepatan paling rendah 10 km/jam, bukan diperuntukkan untuk roda tiga atau lebih.
- Yang tidak diperuntukkan kendaraan roda tiga atau lebih harus mempunyai lebar jalan tidak kurang dari 3,5 meter.

d. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan adalah merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri pada table 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Ciri-ciri Jalan Lingkungan

Jalan	Ciri-ciri
Lingkungan	1. Perjalan jarak dekat 2. Kecepatan rata-rata rendah

(Sumber : UURI No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan)

### 2.2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Dalam penentuan kelas jalan sangat di perlukan adanya data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), baik itu data jalan sebelumnya bila jalan yang akan di rencanakan tersebut merupakan peningkatan atau merupakan data yang didapat dari jalan sekitar bila jalan akan dibuat merupakan jalan baru.

Salah satu penentuannya adalah dengan cara menghitung LHR akhir unsur rencana. LHR akhir umur rencan adalah jumlah perkiraan kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang akan dicapai pada akhir tahun rencana

dengan mempertimbangkan perkembangan mulai dan saat merencanakan dan pelaksanaan jalan itu dikerjakan.

Adapun Rumus akan digunakan dalam menghitung nilai LHR umur rencana yaitu :

$$P_n = P_o + (1+i)^n \dots\dots\dots (2.1)$$

- Di mana :
- $P_n$  = Jumlah kendaraan pada tahun ke n
  - $P_o$  = Jumlah kendaraan pada awal tahun
  - $I$  = Angka perumbuhan lalu lintas (%)
  - $N$  = Umur rencana

Setelah didapat nilai LHR yang direncanakan dan dikalikan dengan factor ekuivalensi (FE), maka didapat klasifikasi kelas jalan tersebut. Nilai factor ekuivalensi dapat dilihat pada table 2.2 dibawah ini :

Table 2.2 Nilai faktor Ekuivalensi Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, <i>Station Wagon</i>	1,00	1,00
2	<i>Pick-up</i> , Bus Kecil, Truk Kecil	1,20-2,40	1,90
3	Bus dan Truk Besar	1,20-5,00	2,20-6,00

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian, antara lain :

## 1. Klasifikasi jalan antar kota

Tabel 2.3 Klasifikasi Jalan Antar Kota

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	
Lokal	III C	8

(Sumber : TPGJAK – No.038/T/BM/1997)

## 2. Klasifikasi jalan perkotaan

Tabel 2.4 Klasifikasi Jalan Perkotaan Tipe I ( Pengaturan jalan masuk : penuh)

Fungsi	Kelas
Primer : Arteri	I
Kolektor	II
Sekunder : Arteri	II

(Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan -1988)

Tabel 2.5 Klasifikasi Jalan Perkotaan Tipe II ( Pengaturan jalan masuk : sebagian atau tanpa pengaturan)

Fungsi	Volume Lalulintas (SMP)	Kelas	
Primer : Arteri	-	I	
	> 10.000	I	
	< 10.000	II	
Sekunder : Arteri	> 20.000	I	
	< 20.000	II	
	Kolektor	> 6.000	II
		< 6.000	III
	Jalan Lokal	> 500	III
		< 500	IV

(Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan – 1988)

### 3. Klasifikasi jalan kabupaten

Tabel 2.6 Klasifikasi Jalan Kabupaten

Fungsi	Volume Lalulintas (dalam SMP)	Kelas	Kecepatan ( km/jam)		
			Medan		
			D	B	G
Sekunder : Jalan Lokal	>500	III A	50	40	30
	201 – 500	III B <sub>1</sub>	40	30	30
	50 – 200	III B <sub>2</sub>	40	30	30
	<50	III C	30	30	20

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Teknis Jalan Kabupaten – 1992 Dirjen Bina Marga)

#### 2.2.3 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

Klasifikasi perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada table 2.7 di bawah ini :

Tabel 2.7 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3-25
3	Pegunungan	G	> 25

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometri Jalan Raya, 1970)

#### 2.2.4 Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang Pembinaan

Jaringan jalan yang dikelompokkan menurut wewenang pembinaan, terdiri dari sebagai berikut :

##### 1. Jalan nasional

Jalan nasional dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Jalan arteri primer
- b. Jalan kolektor primer, yang menghubungkan antar ibukota provinsi.

- c. Jalan selain dari yang termasuk arteri/kolektor primer, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan nasional, yakni jalan yang tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi, tetapi mempunyai peranan menjamin kesatuan dan keutuhan nasional, melayani daerah-daerah rawan dan lain-lain.

## 2. Jalan provinsi

Jalan provinsi dibagi menjadi empat bagian, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Jalan kolektor primer, yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kotamadya.
- b. Jalan kolektor primer, yang menghubungkan antar ibukota kabupaten/kotamadya.
- c. Jalan selain yang disebutkan diatas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan provinsi, yakni jalan yang biarpun tidak dominan terhadap perkembangan ekonomi, tidak mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintahan yang baik dalam Pemerintahan Daerah Tingkat I dan terpenuhinya kebutuhan-kebutuhan sosial.
- d. Jalan dalam Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan yang termasuk jalan nasional.

## 3. Jalan kabupaten.

Jalan kabupaten dapat dikelompokkan menjadi empat bagian, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Jalan kolektor primer, yang tidak termasuk dalam kelompok jalan nasional dan kelompok jalan provinsi.
- b. Jalan lokal primer.
- c. Jalan sekunder lain, selain yang dimaksud sebagai jalan nasional dan jalan provinsi.



d. Jalan selain dari yang disebutkan di atas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan kabupaten, yakni jalan yang walaupun tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi, tapi mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintahan dalam Pemerintahan Daerah.

#### 4. Jalan kotamadya

Jalan kotamadya merupakan jaringan jalan sekunder yang berada di dalam kotamadya.

#### 5. Jalan desa

Jaringan jalan sekunder di dalam desa, yang merupakan hasil swadaya masyarakat, baik yang ada di desa maupun di kelurahan.

### **2.3 Kriteria Perencanaan Jalan**

Dalam perencanaan jalan, bentuk geometric jalan harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada arus lalu lintas sesuai dengan fungsinya. Dalam perencanaan geometric jalan terdapat 3 tujuan utama, yaitu :

1. Memberikan Keamanan dan kenyamanan, seperti jarak pandang, ruang yang cukup bagi manuver kendaraan dan koefisien gesek permukaan jalan yang cukup.
2. Menjamin suatu perencanaan yang ekonomis.
3. Memberikan suatu keseragaman geometri jalan sehubungan dengan jenis medan.

Berikut ini adalah parameter kendaraan yang direncanakan dalam perencanaan geometri jalan antara lain :

#### **2.3.1 Ruang Rencana**

Kendaraan rencana merupakan kendaraan yang dipakai dimension dan radius putarnya sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Pengelompokan kendaraan rencana untuk perencanaan geometric jalan kota adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan Ringan / Kecil

Kendaraan ringan / kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikro bus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan Sedang

Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 – 5,0 m (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

3. Kendaraan Berat / Besar

– Bus Besar

Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 – 6,0 m.

– Truk Besar

Truk tiga gandar dan kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

4. Sepeda Motor

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

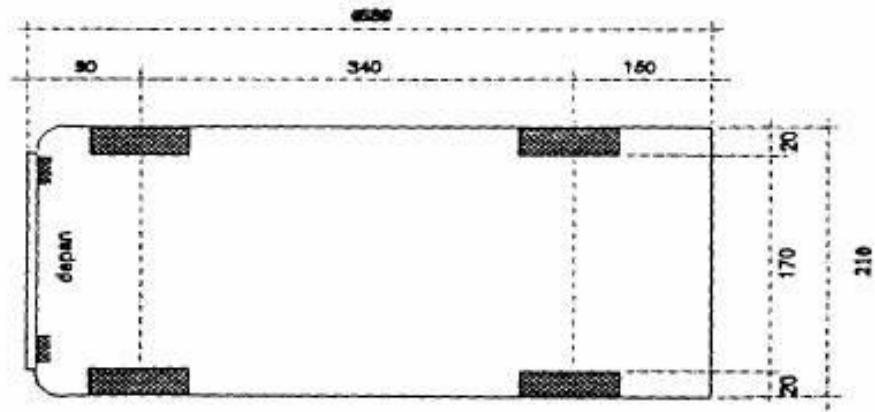
5. Kendaraan Tak Bermotor (UM)

Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

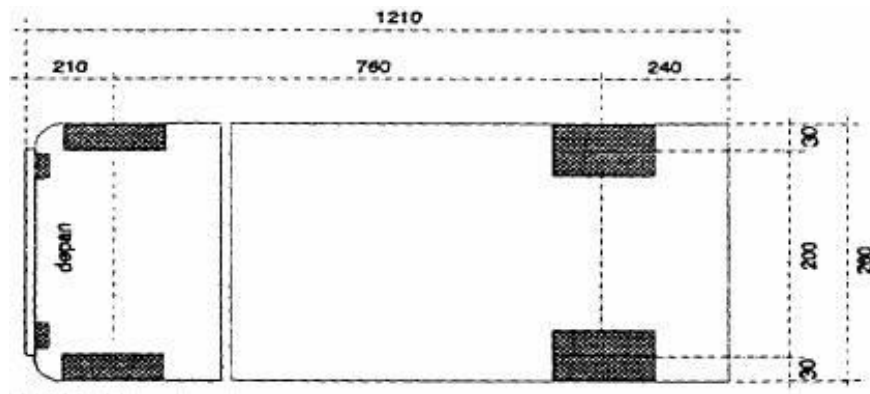
Tabel 2.8 Dimensi kendaraan rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan ( cm )			Tonjolan ( cm )		Radius Putar ( cm )		Radius Tonjolan ( cm )
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Maks	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	90	90	290	1400	1370

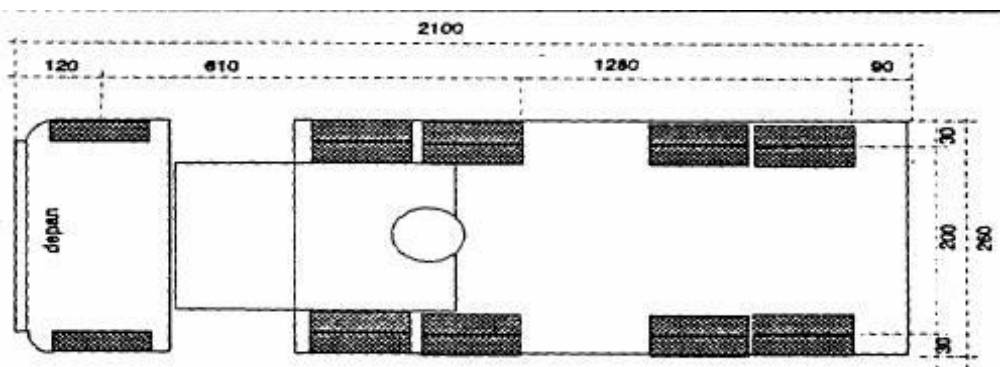
(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)



Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar

### 2.3.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti : tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang, kelandaian jalan, dan lain-lain. Kecepatan rencana tersebut merupakan kecepatan tertinggi menerus di mana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan keaman itu sepenuhnya tergantung dari bentuk jalan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana antara lain :

- a. Kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan
- b. Sifat fisik jalan dan keadaan medan sekitarnya
- c. Sifat dan tingkat penggunaan daerah
- d. Cuaca
- e. Adanya gangguan dari kendaraan lain
- f. Batasan kecepatan yang diizinkan.

$V_R$  adalah kecepatan rencana pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.  $V_R$  untuk masing-masing fungsi jalan yang ditetapkan dari tabel 2.7 untuk kondisi medan yang sulit,  $V_R$  suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.9 Kecepatan rencana ( $V_R$ ), sesuai dengan klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana $V_R$ , Km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

## 2.4 Penentuan Trase Jalan

Dalam pembuatan jalan harus ditentukan trase jalan yang harus diterapkan sedemikian rupa, agar dapat memberikan pelayanan yang baik sesuai dengan fungsinya, serta mendapatkan keamanan dan kenyamanan bagi pemakainya.

Untuk membuat trase jalan yang baik dan ideal, maka harus memperhatikan syarat-syarat sebagai berikut :

### a. Syarat Ekonomis

Dalam perencanaan yang menyangkut syarat-syarat ekonomis yaitu :

1. Penentuan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga dapat menghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian timbunan nantinya.
2. Penyediaan material dan tenaga kerja yang tidak terlalu jauh dari lokasi proyek sehingga dapat menekan biaya pemindahan material tersebut.

### b. Syarat Teknis

Tujuan dari syarat teknis ini adalah untuk mendapatkan jalan yang memberikan rasa keamanan (keselamatan) dan kenyamanan bagi pemakai jalan tersebut, oleh karena itu perlu diperhatikan keadaan topografi tersebut, sehingga dapat dicapai perencanaan yang baik sesuai dengan keadaan daerah tersebut.

## 2.5 Karakteristik Geometrik

Untuk karakteris geometric yang digunakan sebagai acuan perencanaan dan perhitungan geometrik adalah sebagai berikut :

### 2.5.1 Tipe jalan

Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan, untuk jalan-jalan luar kota sebagai berikut :

- 2 lajur 1 arah (2 / 1)
- 2 lajur 2 arah tak-terbagi (2 / 2 TB)
- Lajur 2 arah tak-terbagi (4 / 2 TB)
- Lajur 2 arah terbagi (4 / 2 B)
- Lajur 2 arah terbagi (6 / 2 B)

### 2.5.2 Bagian – bagian Jalan

a. Lebar Jalur (Wc)

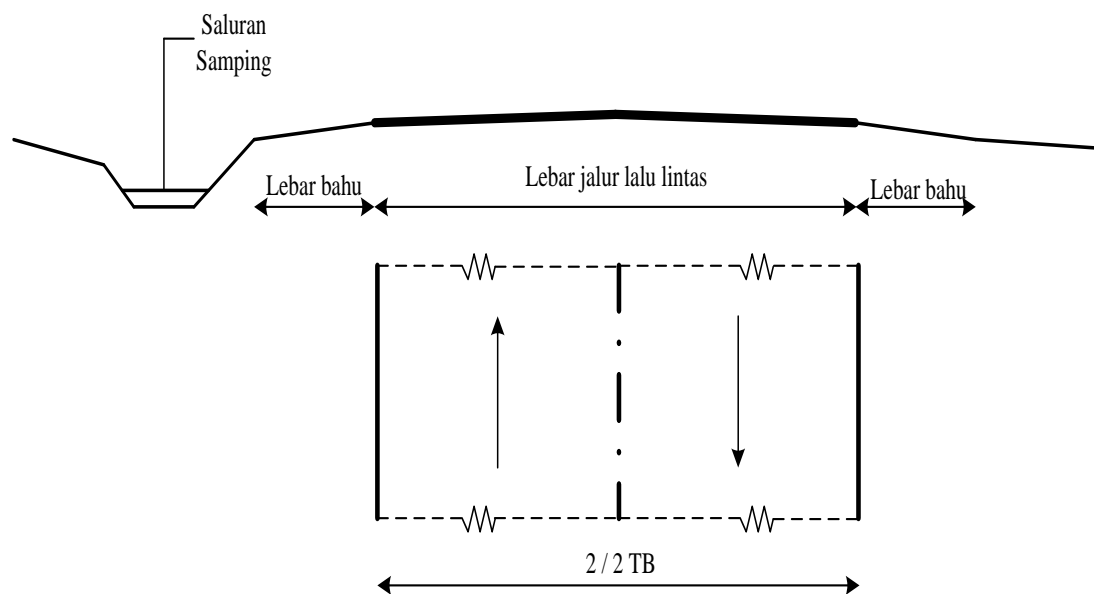
Lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan.

b. Lebar Bahu (Ws)

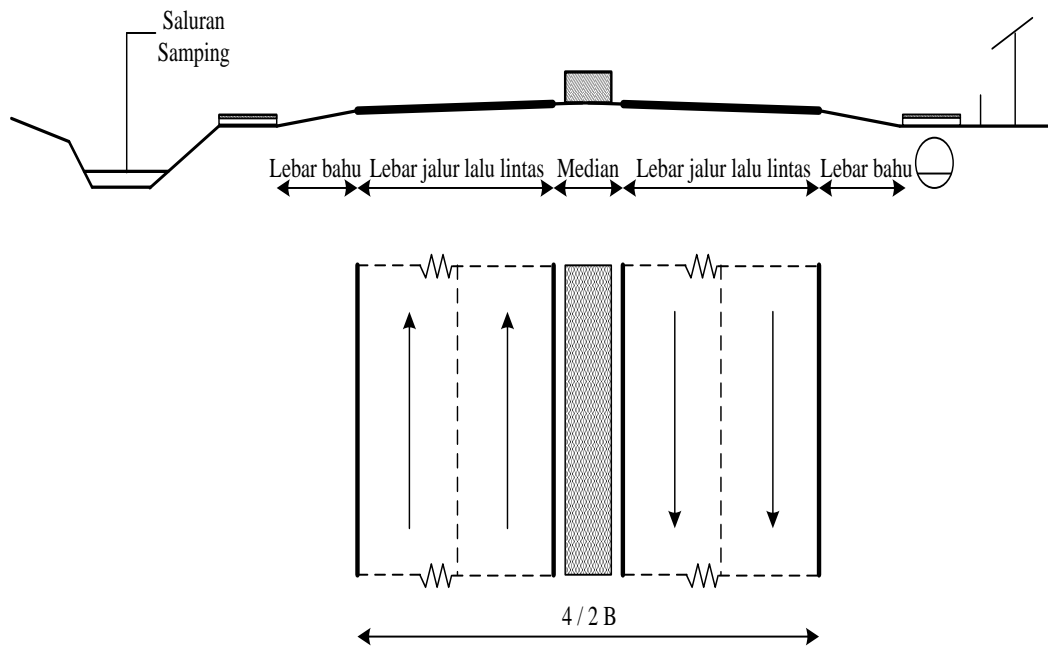
Lebar bahu disamping jalur lalu lintas direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.

c. Median (M)

Daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada suatu segmen jalan, terletak pada bagian tengah (direndahkan / Ditinggikan).



Gambar 2.4 Tipikal Potongan Melintang Normal dan Denah untuk 2 / 2 TB



Gambar 2.5 Tipikal Potongan Melintang Normal dan Denah Untuk 4 / 2 B

Tabel 2.10 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan ( m )

VLHR Smp/hari	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu
< 3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000 – 10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001 – 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	MENGACU PADA PERSYARATAN IDEAL		TIDAK DITENTUKAN			
> 25.000	2nx3,5	2,0	2x7,0	2,0	2nx3,5	2,0						

(Sumber : TPGJAK No 038 /T /BM /1997)

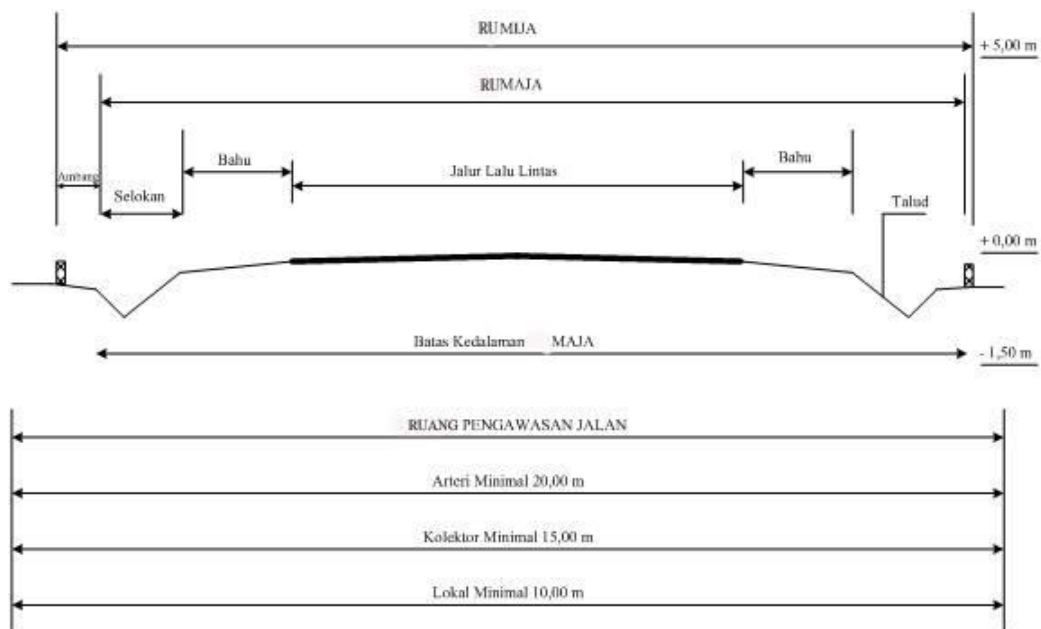
$2n \times 3,5 \gg 2 = 2$  Jalur,  $n =$  Jumlah Lajur per Jalur,  $3,5 =$  Lebar Per Lajur

### 2.5.3 Ruang Penguasaan Jalan

1. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja), dibatasi oleh :

Ruang manfaat Jalan adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Badan jalan meliputi lajur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan :

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan ke dua sisi jalan.
- Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerrasan pada sumbu jalan.
- Kedalaman ruang bebas 1,50 me ter dibawah muka jalan.



Gambar 2.6 Rumaja, Rumija, Ruwasja di Lingkungan jalan antar kota.

2. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja), dibatasi oleh :

Ruang manfaat Jalan adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Badan jalan meliputi lajur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan :

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan ke dua sisi jalan.
- Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerrasan pada sumbu jalan.
- Kedalaman ruang bebas 1,50 meter dibawah muka jalan.



### 3. Ruang Milik Jalan (Rumija)

Ruang milik jalan adalah meliputi seluruh ruang manfaat jalan dan ruang yang diperuntukkan bagi pelebaran jalan dan penambahan jalur lalu lintas kemusiaan hari serta kebutuhan ruangan untuk pengaman jalan. Ruang milik jalan juga merupakan ruang sepanjang jalan yang juga dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh pembina jalan dengan suatu hak tertentu, dan biasanya pada setiap jarak 1 km dipasang patok DMJ berwarna kuning. Ruang milik jalan adalah ruang dibatasi lebar yang sama dengan Rumaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan setinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

### 4. Ruang Pengawasan jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan adalah lajur lahan yang berada dibawah pengawasan pembinaan jalan, ditujukan untuk penjagaan terhadap terhalangnya pandangan bebas pengendara kendaraan bermotor dan untuk pengaman konstruksi jalan dalam hal ruang milik jalan yang tidak mencukupi. Ruwasja juga adalah ruang sepanjang jalan diluar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu (Lihat gambar 2.6).

## 2.6 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus (biasa disebut “tangen), yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah dengan lengkung peralihan atau busur-busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja (Hamirhan Saodang, 2010).

### 2.6.1 Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus, dapat ditempuh dalam waktu  $\leq 2,5$  menit (sesuai  $V_R$ ), dengan pertimbangakan keselamatan pengemudi akibat kelelahan.

Tabel 2.11 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus maksimum ( m )		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

### 2.6.2 Tikungan

Bagian yang paling kritis dari suatu alinyemen horizontal ialah bagian lengkung (tikungan). Hal ini disebabkan oleh adanya suatu gaya sentrifugal yang akan melemparkan kendaraan keluar daerah tikungan tersebut.

Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang dengan gaya normal yang disebut dengan koefisien gesekan melintang ( $f$ ).

Gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

#### 1. Jari-jari lengkung minimum

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum 10 %. Nilai panjang jari-jari minimum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.12 Panjang Jari-Jari Minimum ( Dibulatkan ) untuk  $e_{\text{mak}} = 10 \%$

$V_r$ , km/jam	120	100	90	80	60	50	40	30	20
$R_{\text{min}}$	600	370	280	210	115	80	50	30	15

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

## 2. Bentuk-bentuk Tikungan

Di dalam suatu perencanaan garis lengkung maka perlu diketahui hubungan kecepatan rencana dengan kemiringan melintang jalan (superelevasi) karena garis lengkung yang direncanakan harus dapat mengurangi gaya sentrifugal secara berangsur-angsur mulai dari nol sampai nol kembali. Bentuk tikungan dalam perencanaan tersebut adalah :

### a. Bentuk tikungan *full circle*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan raya, dalam merencanakan tikungan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Lengkung peralihan
- Kemiringan melintang (superelevasi)
- Pelebaran Perkerasan Jalan
- Kebebasan samping

Jenis tikungan *full circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengendara dan kendaraannya, namun apabila ditinjau dari penggunaan lahan dan biaya pembangunannya yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal.

Adapun batasan dimana diperbolehkan menggunakan *full circle* adalah sebagai berikut :

Tabel 2.13 Jari-Jari Minimum Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R <sub>min</sub> (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *full circle* , yaitu :

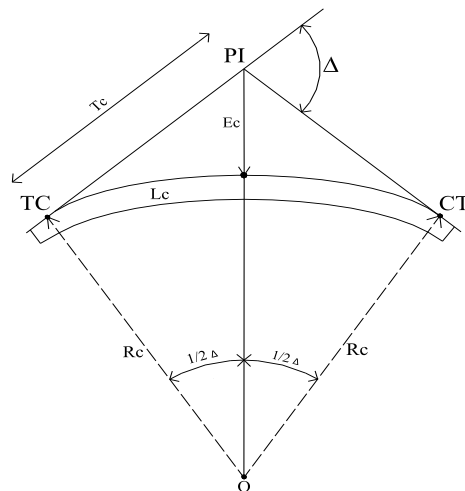
$$T = R \frac{\tan \Delta}{2} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$E = T \frac{\tan \Delta}{4} = \sqrt{R^2 + T^2} - R = R \frac{(\text{Sec} \Delta - 1)}{2} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \pi R = 0,01745 \Delta R \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

- $\Delta$  = Sudut tikungan ( $^{\circ}$ )
- E = Jarak PI ke puncak busur lingkaran (m)
- O = Titik pusat lingkaran
- L = Panjang lengkung (CT – TC), (m)
- R = Jari-jari tikungan (m)
- PI = Titik potong antara 2 garis tangen
- T = Jarak TC-PI atau PI-CT



Gambar 2.7 Tikungan *Full Circle*

Catatan :

Tikungan FC hanya digunakan untuk R yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil akan diperlukan superelevasi yang besar.

b. Tikungan *spiral – circle - spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak dan tikungan tersebut menjadi aman. Adapun jari-jari yang diambil untuk tikungan *spiral – circle – spiral* ini haruslah sesuai dengan kecepatan dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan, yaitu :

a) Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10

b) Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral – circle - spiral*,

yaitu :

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 R^2} \right) \dots\dots\dots ( 2.15 )$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R^2} \dots\dots\dots ( 2.16 )$$

$$\theta_s = \frac{90}{H} \cdot \frac{L_s}{R} \dots\dots\dots ( 2.17 )$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \dots\dots\dots ( 2.18 )$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R^2} - R ( 1 - \cos \theta_s ) \dots\dots\dots ( 2.19 )$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R^2} - R \sin \theta_s \dots\dots\dots ( 2.20 )$$

$$L_c = L_c = \frac{\Delta c}{180} \pi R \dots\dots\dots ( 2.21 )$$

$$T_s = ( R + P ) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots ( 2.22 )$$

$$E_s = ( R + P ) \sec \frac{\Delta}{2} - k \dots\dots\dots ( 2.23 )$$

$$L = L_c + 2 L_s \dots\dots\dots ( 2.24 )$$

Dimana :

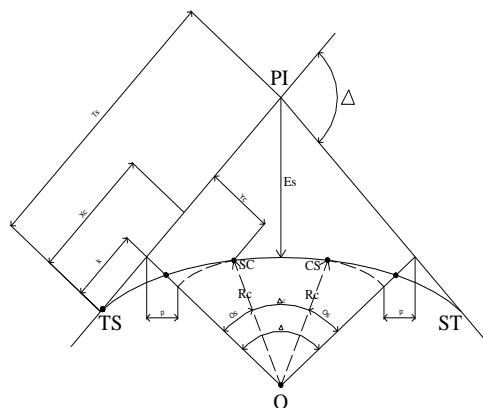
- $X_s$  = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS-SC (jarak lurus lengkung peralihan), (m)  
 $Y_s$  = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, (m)  
 $\theta_s$  = Sudut lengkung spiral, ( $^{\circ}$ )  
 $\theta_c$  = Sudut lengkung spiral, ( $^{\circ}$ )  
 $P$  = Pergeseran tangen terhadap spiral, (m)  
 $k$  = Absis p pada garis tangen spiral, (m)  
 $L_c$  = Panjang busur lingkaran (jarak SC-CS), (m)  
 $T_s$  = Jarak tangen dari PI ke TS atau ST, (m)  
 $E_s$  = Jarak dari PI ke puncak busur lingkaran, (m)  
 $L$  = Panjang tikungan SCS, (m)  
 $L_s$  = Panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST), (m)  
 $\Delta$  = Sudut tikungan, ( $^{\circ}$ )  
 $\Delta_c$  = Sudut lengkung circle, ( $^{\circ}$ )  
 $R$  = Jari-jari tikungan, (m)

Kontrol :

$$L_c > 20 \text{ m}$$

$$L > 2 T_s$$

Jika  $L < 20 \text{ m}$ , gunakan jenis tikungan *spiral-spiral*



Gambar 2.8 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Tikungan *spiral-spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam. Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral-spiral*, yaitu :

$$L_{tot} = 2 L_s \dots\dots\dots (2.25)$$

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} 2\theta_s \text{ atau } L_s = \frac{\theta_s R}{28,648} \dots\dots\dots (2.26)$$

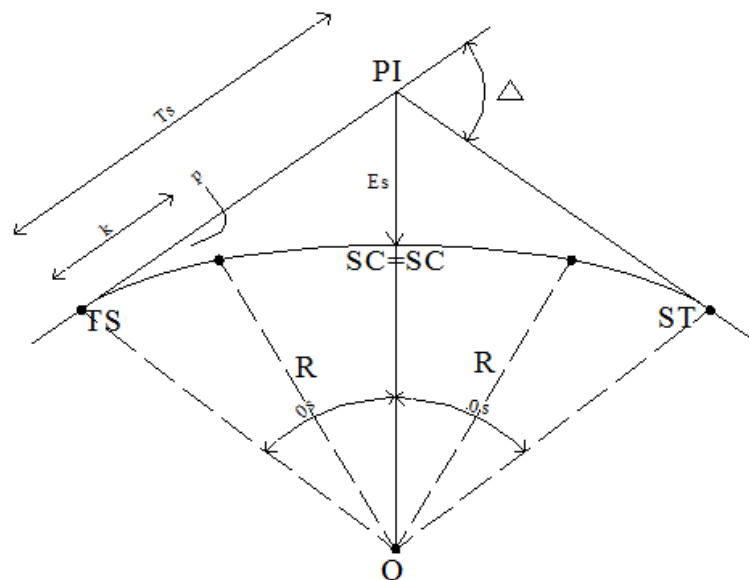
$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta, \quad L_c = 0 \dots\dots\dots (2.27)$$

$$P = p^* \times L_s \dots\dots\dots (2.28)$$

$$k = k^* \times L_s \dots\dots\dots (2.29)$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots (2.30)$$

$$E_s = (R + P) \sec \frac{\Delta}{2} - R \dots\dots\dots (2.31)$$



Gambar 2.9 Tikungan *Spiral- Spiral*

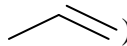


### 3. Superelevasi

Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu yaitu berfungsi untuk mempermudah dalam pelaksanaan pengerjaan.

- a. Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung,
- b. Pada tikungan *spiral-circle-spiral*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal sampai lengkung peralihan (S) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan.
- c. Pada tikungan *full circle*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang  $2/3 L_s$  sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang  $1/3 L_s$ .
- d. Pada tikungan *spiral-spiral*. Pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral
- e. Superelevasi tidak diperlukan jika ruas cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN)

### 4. Pencapaian superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan  $V_R$ . *Superelevasi* dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (*Superelevasi*) pada bagian lengkung.

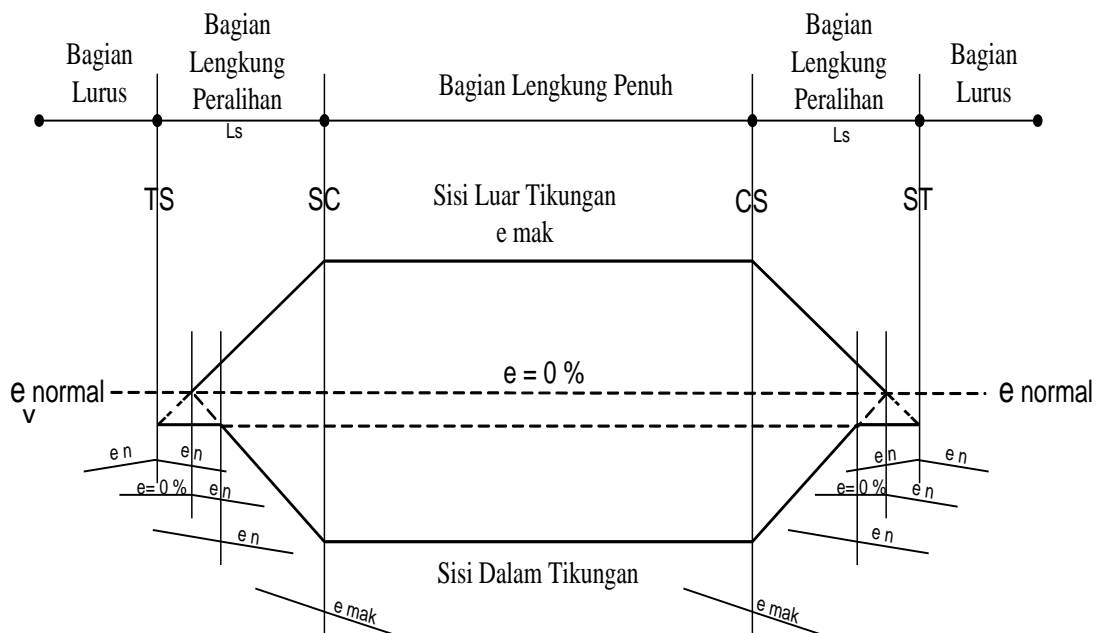
Pada tikungan S-C-S, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal (  ) sampai awal lengkungan peralihan (TS) yang berbentuk (  ) pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai *superelevasi penuh* (  ) pada akhir pada bagian lengkungan peralihan (SC).



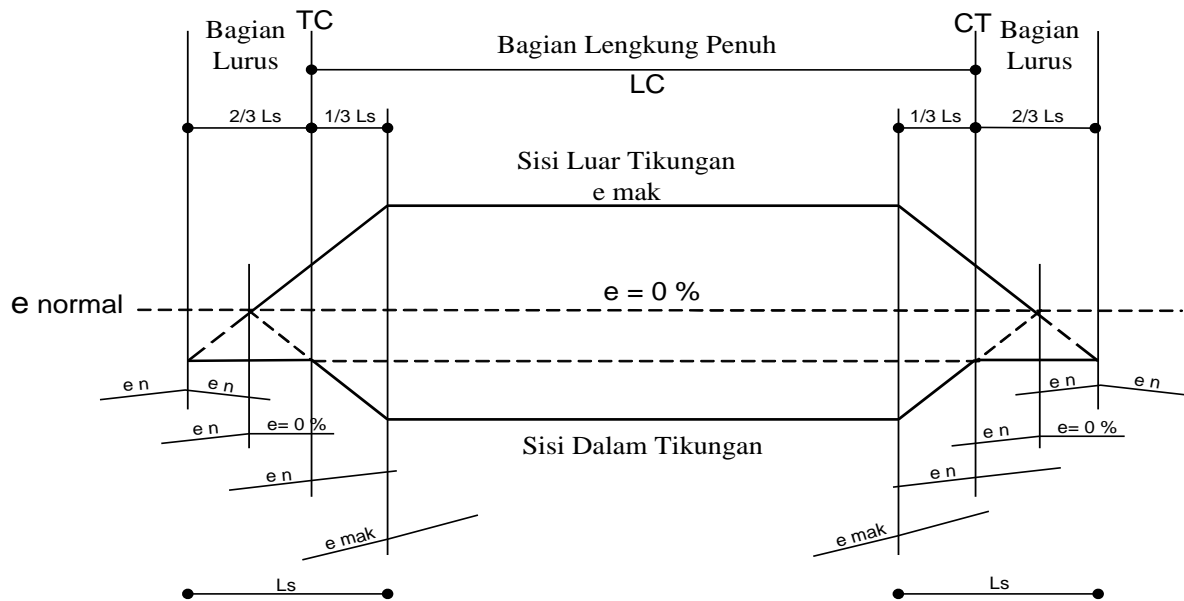
Metoda atau tata cara untuk melakukan *superelevasi*, yaitu dengan mengubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tepi perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan cukup untuk mengambil garis lurus saja.

Ada tiga cara untuk mendapatkan *superelevasi* yaitu:

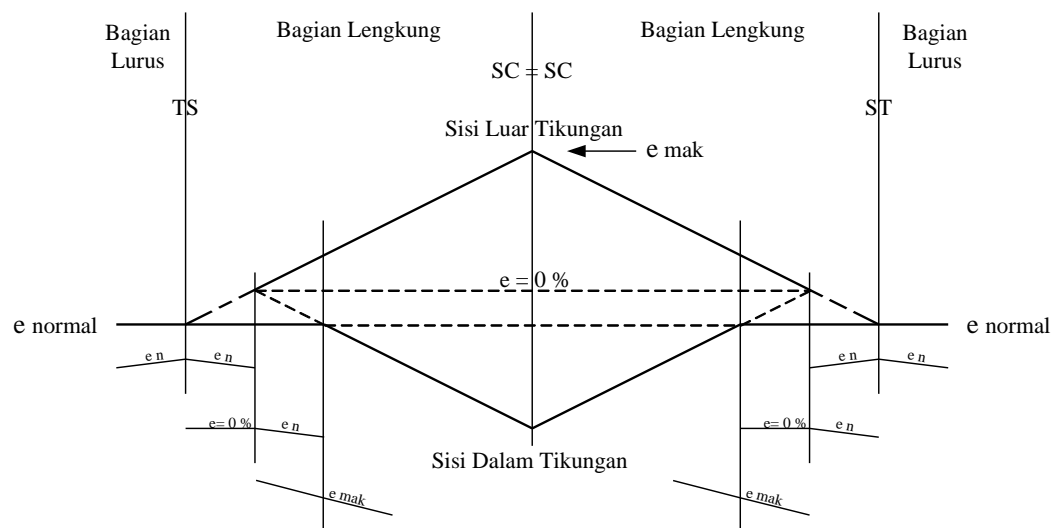
- Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu.
- Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah dalam.
- Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar.



Gambar 2.10 Metoda Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe S-C-S  
(Contoh untuk Tikungan Kanan)



Gambar 2.11 Metoda Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe FC dengan Lengkung Peralihan Fiktif.



Gambar 2.12 Metode Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe S-S (Contoh untuk Tikungan ke kanan)

### 2.6.3 Pelebaran Pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju tikungan, seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada lajur yang disediakan. Hal ini disebabkan karena:

1. Pada waktu berbelok pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (off tracking).
2. Jarak lintasan kendaraan tidak lagi berimpit, karena bemper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan dan roda belakang kendaraan.
3. Pengemudi akan mengalami kesulitan dalam pertahankan lintasannya tetap pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan yang tajam atau pada kecepatan-kecepatan tinggi.

Untuk menghindari hal-hal tersebut maka pada tikungan yang tajam perlu perlu perkerasan jalan yang diperlebar. Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari jari-jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang akan dipergunakan sebagai jalan perencanaan.

Pada umumnya truk tunggal sebagai dasar penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi di jalan-jalan dimana banyak dilewati kendaraanberat, jenis kendaraan semi trailer merupakan kendaraan yang cocok dipilih untuk kendaraan rencana.

Tentu saja pemilihan jenis kendaraan rencana ini sangat mempengaruhi kebutuhan akan pelebaran perkerasan dan biaya pelaksanaan jalan tersebut. Pelebaran perkerasan pada tikungan, sudut tikungan dan kecepatan rencana. Dalam peraturan perencanaan geometrik jalan raya, mengenai hal ini dirumuskan:

$$B = n(b' + c) + (n - 1).T_d + Z \dots\dots\dots (2.32)$$

Dimana:

- B = Lebar perkerasan pada tikungan
- N = Jumlah jalur lalulintas
- B' = Lebar lintasan truk pada tikungan
- T<sub>d</sub> = Lebar melintang akibat tonjolan depan
- c = Kebebasan samping

#### 2.6.4 Penentuan Stationing

Penentuan (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan (sta jalan) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Disamping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. setiap sta jalan dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya. Adapun interval masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangen pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal sebagai berikut :

- Setiap 100 m, untuk daerah datar
- Setiap 50 m, untuk daerah bukit
- Setiap 25 m, untuk daerah gunung

Nomor jalan (sta jalan) ini sama fungsinya dengan patok-patok km disepanjang jalan, namun juga terdapat perbedaannya antara lain :

1. Patok km merupakan petunjuk jarak yang di ukur dari patok km 0, yang umumnya terletak di ibukota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok sta merupakan petunjuk jarak yang di ukur dari awal sampai akhir pekerjaan.
2. Patok km berupa patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok sta merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut.

#### 2.7 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negative (turunan), sehingga kombinasi berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian datar. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh rute jalan rencana. Kondisi

topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal (Hendarsin L. Shirley, 2000).

### 2.7.1 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti minimum harus selalu diberikan pada setiap bagian jalan. Jarak pandang henti minimum dinyatakan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.14 Tabel jarak pandang henti

Kecepatan Rencana (km/jam)	Standar Jarak Pandang Henti Minimum Vertikal (m)
100	165
80	110
60	75
50	55
40	40
30	30
20	20

### 2.7.2 Jarak Pandang Menyiap

Ketentuan jarak pandang menyiap harus ditentukan pada bagian jalan yang dipilih pada jalan dua jalur dua arah. jarak pandang menyiap standar dan minimum dinyatakan dalam tabel berikut :

Tabel 2.15 Tabel jarak pandang menyiap

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Menyiap Standar (m)	Jarak Pandang Menyiap Minimum (m)
80	550	350
60	350	250
50	250	200
40	200	150
30	150	100
20	100	70

### 2.7.3 Kelandaian

Untuk menghitung dan merencanakan lengkung vertikal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

#### 1. Karakteristik Kendaraan Pada Kelandaian

Hampir seluruh kendaraan penumpang dapat berjalan dengan baik dengan kelandaian 7-8 % tanpa adanya perbedaan dibandingkan dengan bagian datar. Pengamatan menunjukkan bahwa mobil penumpang pada kelandaian 3% hanya sedikit sekali pengaruhnya dibandingkan dengan jalan datar. Sedangkan untuk truk, kelandaian akan lebih besar pengaruhnya.

#### 2. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum berdasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.16 Kelandaian Maksimum Yang Diizinkan

$V_R$ km/jam	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kelandaian Maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

### 3. Kelandaian Minimum

Pada jalan yang menggunakan kreb pada tepi perkerasannya perlu dibuat kelandaian minimum 0,5 % untuk keperluan saluran kemiringan melintang jalan dengan kreb hanya cukup untuk mengalirkan air kesamping.

### 4. Panjang Kritis Suatu Kelandaian

Panjangkritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih banyak dari separuh  $V_R$ , lama perjalanan pada panjang kritis tidak lebih dari satu menit.

Tabel 2.17 Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada awal Tanjakan (km/jam)	Kelandaian %						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

### 5. Lajur Pendakian Pada Kelandaian Khusus

Pada jalur jalan dengan rencana volume lalu lintas yang tinggi, terutama untuk tipe 2/2 TB, maka kendaraan berat akan berjalan pada lajur pendakian dengan kecepatan  $V_R$ , sedangkan kendaraan lain masih dapat bergerak dengan kecepatan  $V_R$ , sebaliknya dipertimbangkan untuk dibuat lajur tambahan pada bagian kiri dengan ketentuan untuk jalan baru menurut MKJI didasarkan pada BHS (Biaya Siklus Hidup).

#### 2.7.4 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah secara bertahap perubahan dari dua macam kelandaian arah memanjang pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup untuk keamanan dan kenyamanan.

Rumus yang digunakan :

$$A = g_2 - g_1 \dots\dots\dots (2.33)$$

$$EV = \frac{A.L}{800} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$EPLV = EPV \pm g \cdot \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$y = \frac{A.(x)^2}{200.L} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana :

- x = Jarak dari titik PLV ketitik yang ditinjau STA
- y = Perbedaan elevasi antara titik PLV dan titik yang ditinjau pada STA, (m)
- L = Panjang lengkung vertikal varabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik PLV dan titik PTV, (STA)
- g1 = Kelandaian tangent dari titik PLV, (%)
- g2 = Kelandaian tangent dari titik PTV, (%)
- A = Perbedaan Aljabar Kelandaian

Kelandaian menarik (pendakian) diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun (Penurunan) diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari sebelah kiri.

– Lengkung Vertikal Cembung

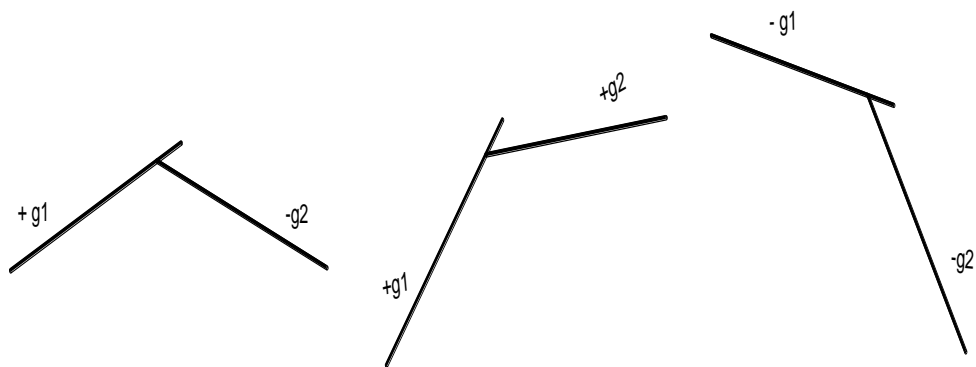
Ketentuan tinggi menurut Bina Marga (1997) untuk lengkung cembung seperti pada tabel 2.20.

Tabel 2.18 Ketentuan Tinggi jenis Jarak Pandang

Untuk jarak Pandang	$h_1$ (m) Tinggi Mata	$h_2$ Tinggi Objek
Henti ( $J_h$ )	1,05	0,15
Mendahului ( $J_d$ )	1,05	1,05

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)





Gambar 2.13 Alinyemen Vertikal Cembung

- Panjang  $L$ , berdasarkan  $J_h$

$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{399} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$J_h < L, \text{ maka : } L = 2 J_h - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.38)$$

- Panjang  $L$ , berdasarkan  $J_d$

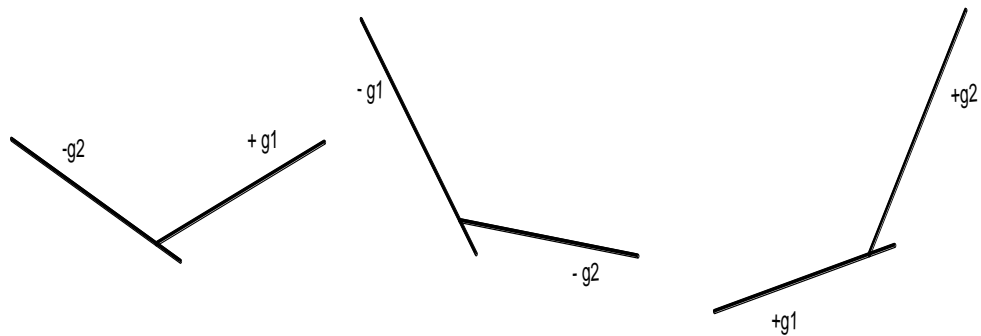
$$J_d < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_d^2}{840} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$J_d < L, \text{ maka : } L = 2 J_d - \frac{840}{A} \dots\dots\dots(2.34)$$

– Lengkung Vertikal Cekung

Tidak ada dasar yang dapat digunakan untuk menentukan panjang lengkung vertikal ( $L$ ), akan tetapi ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan yaitu :

- Jarak sinar lampu besar dari kendaraan
- Kenyamanan pengemudi
- Ketentuan drainase
- Penampilan secara umum



Gambar 2.14 Alinyemen Vertikal Cekung

Dengan bantuan gambar diatas, yaitu tinggi lampu besar kendaraan = 0,60 m dan sudut bias =  $1^0$ , maka diperoleh hubungan praktis, sebagai berikut :

$J_h < L$ , maka :

$$L = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5 J_h} \dots \dots \dots (2.39)$$

$J_h > L$ , maka :

$$L = 2 J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A} \dots \dots \dots (2.40)$$

## 2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah lapisan atau badan jalan yang menggunakan bahan-bahan khusus yang secara konstruktif lebih baik dari pada tanah dasar. Perkerasan jalan berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Secara umum perkerasan jalan mempunyai persyaratan yaitu kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Oleh karena itu bahan perkerasan jalan yang paling cocok adalah pasir, kerikil, batu dan bahan pengikat (aspal atau semen).

Berdasarkan suatu bahan ikat, lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

a. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang, atau bahan-bahan yang bersifat kaku.

b. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

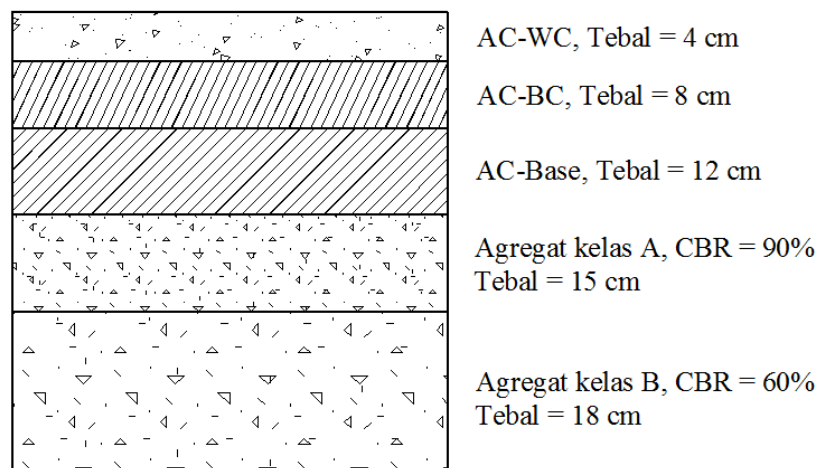
Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku.

c. Perkerasan Komposit (Komposite Pavement)

Yaitu perkerasan dengan menggunakan dua bahan, maksudnya menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

### 2.8.1 Jenis dan Fungsi Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas permukaan tanah dasar yang telah dipadatkan. Gambar lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 2.15 dibawah ini :



Gambar 2.15 Lapisan Perkerasan Lentur

a. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan merupakan lapisan yang terletak paling atas dari suatu perkerasan yang biasanya terdiri dari lapisan bitumen sebagai penutup lapisan permukaan. Fungsi dari lapisan permukaan ini adalah sebagai berikut :

1. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak meresap kelapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*), yaitu lapisan yang langsung mengalami gesekan akibat rem kendaraan, sehingga mudah aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban kelapisan bawah.

Untuk memenuhi fungsi diatas, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

b. Lapisan pondasi (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas merupakan lapisan utama dalam yang menyebarkan beban badan, perkerasan umumnya terdiri dari batu pecah (kerikil) atau tanah berkerikil yang tercampur dengan batuan pasir dan pasir lempung dengan stabilitas semen, kapur dan bitumen. Adapun fungsi dari lapisan pondasi atas adalah :

1. Sebagai perletakan terhadap lapisan permukaan
2. Melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh luar.
3. Untuk menerima beban terusan dari lapisan permukaan.
4. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

c. Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah merupakan lapisan kedua dalam yang menyebarkan beban yang diperoleh dari lapisan yang diatas seperti kerikil alam (tanpa proses). Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
2. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif mudah agar lapisan-lapisan diatasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
3. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi.
4. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar.

d. Lapisan tanah dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah (*subgrade*) adalah merupakan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Tanah dasar ini dapat berbentuk dari tanah asli yang dipadatkan ( pada daerah galian ) ataupun tanah timbunan yang dipadatkan (pada daerah urugan).

Mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri serta kemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing tanah tergantung dari tekstur, kadar air dan kondisi lingkungan.

## 2.8.2 Kriteria Perancangan

### a. Jumlah lajur dan tebal lajur rencana

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan dari tabel lebar perkerasan berikut :

Tabel 2.19 Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan ( L )	Jumlah Lajur
$L < 4,5 \text{ m}$	1
$4,5 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

### b. Distribusi kendaraan per lajur rencana

Tabel 2.20 Koefisien Distribusi Kendaraan per Lajur Rencana ( $D_L$ )

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *		Kendaraan Berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500
3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	0,300	0,300	0,400	0,450
5	-	0,250	-	0,425
6	-	0,200	-	0,400

Keterangan : \*) Mobil Penumpang

\*\*) Truk dan Bus

## c. Tingkat Kepercayaan (Reliabilitas)

Tabel 2.21 Tingkat Reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 - 80	50 – 80

(sumber : AASHTO'93)

Penerapan konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada tabel 2.25
3. Pilih deviasi standar ( $S_0$ ) yang harus mewakili kondisi setempat.  
Rentang nilai  $S_0$  adalah 0,35 – 0

Tabel 2.22 Deviasi Normal Standar  $Z_R$  untuk berbagai tingkat kepercayaan (R)

Tingkat Kepercayaan R (%)	Deviasi Normal Standar $Z_R$	Tingkat Kepercayaan R (%)	Deviasi Normal Standar $Z_R$	Tingkat Kepercayaan R (%)	Deviasi Normal Standar $Z_R$
50,00	-0,000	90,00	-1,282	96,00	-1,751
60,00	-0,253	91,00	-1,340	97,00	-1,881
70,00	-0,524	92,00	-1,405	98,00	-2,054
75,00	-0,674	93,00	-1,476	99,00	-2,327
80,00	-0,841	94,00	-1,555	99,90	-2,090
85,00	-1,037	95,00	-1,645	99,99	-3,750

#### d. Drainase

Salah satu tujuan utama dari perancangan perkerasan jalan adalah agar lapisan pondasi, pondasi bawah dan tanah dasar terhindar dari pengaruh air, namun selama umur pelayanan masuknya air pada perkerasan sulit untuk dihindari.

Untuk mengurangi masalah yang disebabkan oleh air adalah dengan melakukan perancangan yang baik, yaitu perancangan struktur perkerasandengan dilengkapi perancangan drainasenya. Tujuan utamanya adalah menjaga agar lapisan pondasi, lapisan pondasi bawah dan tanah dasar terhindar dari kondisi jenuh.

Klasifikasi drainase pada perkerasan jalan lentur berdasarkan fungsinya adalah drainase permukaan (*Surface Drainage*) dan drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*).

Kualitas drainase menurut AASHTO 1993 maupun ENCHRP 1-37A adalah berdasarkan pada metode *time-to-drain*. *time-to-drain* adalah waktu yang dibutuhkan oleh sistem perkerasan untuk mengalirkan air dari keadaan jenuh sampai pada derajat kejenuhan 50%.

Nilai dari *time-to-drain* ditentukan dengan persamaan dibawah ini :

$$t = T_{50} \times m_d \times 24$$

Dimana :

$t$  = *time-to-drain* (jam)

$T_{50}$  = *time* faktor

$m_d$  = faktor yang berhubungan dengan porositas efektif, permeabilitas, resultan panjang serta tebal lapisan *drainase*.



Faktor-faktor geometrik yang dipakai untuk menghitung nilai faktor kemiringan slope faktor ( $S_1$ ) dengan persamaan berikut :

$$S_1 = \frac{(L_R \times S_R)}{H}$$

Dimana :

$$L_R = W (1 + (S/S_x)^2)^{1/2}$$

$$S_R = (S^2 + S_x^2)^{1/2}$$

H = Tebal dari lapisan fermeable (ft)

Nilai " $M_d$ " dihitung dengan persamaan :

$$M_d = \frac{N_e \cdot L_R^2}{K \cdot H}$$

Dimana :

$N_e$  = Porositas efektif lapisan *drainase*

k = Permeabilitas lapisan *drainase* dalam *feet*/hari

$L_R$  = Resultan Panjang (*feet*)

H = Tebal lapisan *drainase* dalam *feet*

$$K = \frac{6,214 \times 10^5 \times D_{10}^{1,478} \times n^{6,654}}{P_{200}^{0,597}}$$

Dimana :

K = Permeabilitas lapisan *drainase* dalam *feet*/hari

$P_{200}$  = Berat agregat yang lolos saringan no.200 dalam %

$D_{10}$  = Ukuran efektif atau ukuran butir agregat 10% berat lolos saringan

n = Porositas material (tanpa satuan), nilai rasio dari volume relatif dan total volume

Persamaan untuk menentukan koefisien *drainase* yang akan digunakan mencakup :

1. Menghitung Porositas Material

$$n = 1 - \left( \frac{\gamma_d}{62,4 G} \right)$$

Dimana :

$n$  = Porositas material (tanpa satuan), nilai rasio dari volume dan total volume

$\gamma_d$  = Kepadatan kering dalam lb/ft<sup>3</sup>

$G$  = Berat jenis curah (*bulk*), biasanya sekitar 2,5 – 2,7

2. Menghitung Resultan Kemiringan ( *Slope Resultant* )

$$S_R = (S^2 + S_x^2)^{1/2}$$

Dimana :

$S_R$  = Resultan Kemiringan (%)

$S$  = Kemiringan memanjang lapisan *Drainase* (%)

$S_x$  = Kemiringan melintang lapisan *Drainase* (%)

3. Menghitung Resultan Panjang ( *Length Resultant* )

$$L_R = L_R = W (1 + (S/S_x)^2)^{1/2}$$

Dimana :

$L_R$  = Resultant Panjang ( *feet* )

$W$  = Lebar Lapisan *Drainase* ( *feet* )

$S$  = Kemiringan memanjang lapisan *Drainase* (%)

$S_x$  = Kemiringan melintang lapisan *Drainase* (%)

Koefisien *drainase* untuk mengakomodasikan kualitas sistem *drainase* yang memiliki perkerasan jalan dan definisi umum mengenai kualitas *drainase*.

Tabel 2.23 Definisi Kualitas *Drainase*

Kualitas <i>drainase</i>	Air hilang dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	Air tidak akan mengalir

(sumber : AASHTO '93)

Tabel 2.24 Koefisien *drainase* (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material *untreated base* dan *sub base*

Kualitas <i>Drainase</i>	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

(sumber : AASHTO '93)

e. Kinerja Perkerasan

Dalam menentukan indeks pelayanan perkerasan lentur pada akhir umur rencana ( $IP_t$ ), perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.27 dibawah ini :

Tabel 2.25 Indeks Pelayanan Perkerasan Lentur pada akhir umur rencana

Klasifikasi Jalan	Indeks Pelayanan Perkerasan Akhir Umur Rencana ( $IP_1$ )
Bebas Hambatan	$\geq 2,5$
Arteri	$\geq 2,5$
kolektor	$\geq 2,0$

Dalam menentukan indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan lentur pada awal umur rencana, indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) untuk beerapa lapisan perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.29 dibawah ini :

Tabel 2.26 Indeks Pelayanan pada awal Umur Rencana ( $IP_0$ )

Jenis lapis perkerasan	$IP_0$
Lapis beton aspal ( Laton/AC) dan lapis beton aspal modifikasi ( Laston Modifikasi/AC-mod)	$\geq 4$
Lapis tipis beton aspal ( Lataston/HRS)	$\geq 4$

### 2.8.3 Metode Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode perencanaan yang diambil untuk menentukan tebal lapisan perkerasan didasarkan perkiraan sebagai berikut :

- a. Kekuatan lapisan tanah dasar yang dinamakan nilai CBR atau Modulus Reaksi Tanah Dasar (k).
- b. Kekuatan beton yang digunakan untuk lapisan perkerasan.
- c. Prediksi volume dan komposisi lalu lintas selama usia rencana.
- d. Ketebalan dan kondisi lapisan pondasi bawah (*subbase*) yang diperlukan untuk menopang konstruksi, lalu lintas, penurunan akibat air dan perubahan volume lapisan tanah dasar serta sarana perlengkapan daya dukung permukaan yang seragam dibawah dasar beton.

Terdapat banyak metode yang telah dikembangkan dan dipergunakan diberbagai Negara untuk merencanakan tebal perkerasan. Metode tersebut kemudian secara spesifik diakui sebagai standar perencanaan tebal perkerasan yang dilakukan oleh negara yang bersangkutan. Beberapa standar yang telah dikenal adalah :

a. Metode AASHTO, Amerika Serikat

Yang secara terus menerus mengalami perubahan sesuai dengan penelitian yang telah diperoleh. Perubahan terakhir dilakukan pada edisi 1986 yang dapat dibaca pada buku “ AASHTO – *Guide For Design of Pavement Structure, 1986*”.

b. Metode NAASRA, Australia yang dapat dibaca “ *Interin Guide to Pavement Thicknexe Design.*”

c. Metode *Asphalt Institute*

Yang dapat dibaca pada *Thickness Design Asphalt Pavement for Highways and Streets, MS-1.*

d. Metode Bina Marga, Indonesia

Yang merupakan modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Metode ini dapat dilihat pada buku petunjuk perencanaan tebal perkerasan jalan raya dengan metode analisa komponenm SKBI 2.3.26.1987 UDC : 625,73 ( 02 ).

#### **2.8.4 Koefisien Perencanaan Tebal Perkerasan**

a. Koefisien kekuatan relative (a)

Koefisien kekuatan relative bahan jalan, baik campuran beraspal sebagai lapis permukaan (lapis atas dan lapis permukaan antara), lapis pondasi serta lapis pondasi bawah disajikan pada tabel 10, maka nilai kekuatan relative bahan (a) dapat menggunakan referensi.

Tabel 2.27 Koefisien Kekuatan Relatif bahan jalan (a)

Jenis bahan	Kekuatan bahan					Koefisien kekuatan relative			
	Modulus elastis		Stabilitas marshal (kg)	Kuat tekan bebas (kg/cm <sup>2</sup> )	ITS (kPa)	CBR (%)	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>
	(Mpa)	(x1000psi)							
1. Lapis permukaan									
Laston modifikasi									
- Lapis aus modifikasi	3200 <sup>(5)</sup>	460	1000				0,414		
- Lapis antara modifikasi	3500 <sup>(5)</sup>	508	1000				0,360		
- Laston									
- lapis aus	3000 <sup>(5)</sup>	435	800				0,400		
- lapis antara	3200 <sup>(5)</sup>	464	800				0,344		
- lataston									
- lapis aus	2300 <sup>(5)</sup>	340	800				0,350		
2. lapis pondasi									
- lapis pondasi laston modifikasi	3700 <sup>(5)</sup>	536	2250 <sup>(2)</sup>				0,305		
- lapis pondasi laston	3300 <sup>(5)</sup>	480	1800 <sup>(2)</sup>				0,290		
- lapis pondasi lataston	2400 <sup>(5)</sup>	350	800						
- lapis pondasi lapen							0,190		
- CMRFB (Cold Mix Recycling Foam Bitumen)					300		0,270		
Beton padat giling	5900	850		70 <sup>(3)</sup>			0,230		
CTB	5350	776		45			0,210		
CTRB	4450	645		35			0,170		
CTSB	4450	645		35			0,170		
CTRSB	4270	619		30			0,160		

Jenis bahan	Kekuatan bahan	Koefisien kekuatan relative	Jenis bahan	Kekuatan bahan	Koefisien kekuatan relative	Jenis bahan	Kekuatan bahan	Koefisien kekuatan relative	Jenis bahan
Tanah semen	4000	580		24 <sup>(4)</sup>				0,145	
Tanah kapur	3900	566		20 <sup>(4)</sup>				0,140	
Agregat kelas A	200	29				90		0,135	
3. Lapis Pondasi Bawah									
Agregat kelas B	125	18				60			0,125
Agregat kelas C	130	15				35			0,112
Konstruksi Telford									
Pemadatan mekanis						52			0,104
Pemadatan manual						32			0,074
Material pilihan	84	12				10			0,080

Keterangan :

1. Campuran beraspal panas yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi atau *modified asphalt* (seperti aspal polimer, aspal yang dimodifikasi asbuton, *multigrade*, aspal pen 40 dan aspal pen 60 dengan aditive campuran seperti asbuton butir), termasuk asbuton campuran panas.
2. Diameter benda uji 60 inchi
3. Kuat tekan beton untuk umur 28 hari
4. Kuat tejan bebas umur 7 hari dan diameter 7 cm
5. Pengujian modulus elastis menggunakan alat UMMATTA pada temperature 25° c, bebas 2500 N dan rise time 60 ms serta pembuatan benda uji dikondisikan sesuai AASHTO *designation* R 30 – 02 (2006)

b. Pemilihan tipe lapisan beraspal

Tipe lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan ditingkatkan, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama kendaraan truk) pada tabel 2.30 disajikan pemilihan tipe lapisan beraspal sesuai lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan.

Tabel 2.28 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

Lalu lintas rencana (juta)	Tipe lapisan beraspal	
	Kecepatan kendaraan 20-70 km/jam	Kecepatan kendaraan $\geq$ 70 km/jam
< 0,3	Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah	
0,3 – 1,0	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)
10 – 30	Lapis beton aspal (Laston/AC)	Lapis beton aspal (Laston/AC)
$\geq$ 30	Lapis Beton Aus Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis beton aspal (Laston/AC)

Catatan : untuk lokasi setempat dengan kecepatan kendaraan <20 km/jam sebaiknya menggunakan perkerasan kaku.

c. Ketebalan Minimum Lapisan Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tidak praktis. Pada tabel 2.31 disajikan tabel minimum untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.



Tabel 2.29 Tebal Minimum Lapisan Perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(Inchi)	(cm)
1. Lapis permukaan		
Laston modifikasi		
- Lapis aus modifikasi	1,6	4,0
- Lapis antara modifikasi	2,4	6,0
laston		
- lapis aus	1,6	4,0
- lapis antara	2,4	6,0
lataston		
- lapis aus	1,2	3,0
2. lapis pondasi		
- lapis pondasi laston modifikasi	2,9	7,5
- lapis pondasi laston	2,9	7,5
- lapis pondasi lataston	1,4	3,5
- lapis pondasi lapen	2,5	6,5
- Agregat Kelas A	4,0	10,0
- CTB	6,0	15,0
- CTRB	6,0	15,0
- CMRFB	6,0	15,0
- CTSB	6,0	15,0
- CTRSB	6,0	15,0
- Beton Padat Giling	6,0	15,0
- Beton Kuru	6,0	15,0
- Tanah semen	6,0	15,0
- Tanah kapur	6,0	15,0
3. Lapis Pondasi Bawah		
- Agregat kelas B	6,0	15,0
- Agregat kelas C	6,0	15,0
- Konstruksi Telford	6,0	15,0
- Material pilihan (selected material)	6,0	15,0

d. Persamaan Dasar

Untuk suatu kondisi tertentu, penentuan nilai struktur perkerasan lentur (*Indeks Tebal Perkerasan*, SN) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Log} (W_{18}) = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log}10 \left[ \frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10} (MR) - 8,07$$

Sesuai dengan persamaan diatas, penentuan nilai struktural mencakup penentuan besaran-besaran sebagai berikut :

$W_{18}$  ( $W_t$ ) yaitu volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana

$Z_R$  yaitu deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R), yaitu dengan menganggap bahwa semua parameter masukan yang digunakan adalah nilai rata-ratanya.

$S_0$  yaitu gabungan standar error untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja.

$\Delta IP$  yaitu perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana ( $IP_f$ ).

$Mr$  yaitu modulus resilien tanah dasar efektif (Psi)

$IP_f$  yaitu indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5)

e. Estimasi Lalu lintas

Untuk mengestimasi volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana ( $W_{18}$ ) adalah sesuai prosedur.

f. Tingkat kepercayaan dan pengaruh drainase

Untuk menetapkan tingkat kepercayaan atau reabilitas dalam proses perancangan dan pengaruh *drainase*.

g. Modulus Resilien tanah dasar efektif

Untuk menentukan modulus resilien akibat variasi musim, dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium dan pengujian CBR lapangan kemudian dikorelasikan dengan nilai modulus resilien.

h. Perhitungan

$$SN = a_{1.1} \times D_{1.1} + a_{1.2} \times D_{1.2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Keterangan :

$a_1 a_2 a_3$  adalah koefisien kekuatan lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

$D_1 D_2 D_3$  adalah tebal lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah (inchi) dan tebal minimum untuk setiap jenis bahan.

$m_1 m_2$  adalah koefisien *drainase* lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Angka 1-1, 1-2, 2 dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan, lapis permukaan antara, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

i. Analisis perancangan tebal perkerasan

Perlu dipahami bahwa untuk perkerasan lentur, struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan bahan yang perlu dirancang dengan seksama.

Tahapan perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan dibangun.
2. Tetapkan indeks pelayanan akhir (Ipt) dan susunan struktur perkerasan rancangan yang diinginkan.
3. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (MR).

4. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang telah ditetapkan, yaitu berdasarkan volume, beban sumbu setiap kelas kendaraan, perkembangan lalu lintas. Untuk menganalisis lalu lintas selama umur rencana diperlukan coba-coba nilai SN dengan indeks pelayanan akhir (Ipt) yang telah dipilih. Hasil iterasi selesai apabila prediksi lalu lintas rencana relatif sama dengan (sedikit dibawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterprestasikan dengan lalu lintas.
5. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai struktural seluruh lapis perkerasan diatas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai struktural bagian perkerasan diatas lapis pondasi bawah dan diatas lapis pondasi atas, dengan menggunakan kekuatan lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas. Dengan menyelisihkan hasil perhitungan nilai struktural yang diperlukan diatas setiap lapisan, maka tebal maksimum yang diizinkan untuk suatu lapisan dapat dihitung. Contoh, nilai struktural maksimum yang diizinkan untuk lapis pondasi bawah akan sama dengan nilai struktural perkerasan diatas tanah dasar dikurangi dengan nilai bagian perkerasan diatas lapis pondasi bawah. Dengan cara yang sama, maka nilai struktural lapisan yang lain dapat ditentukan.

Perlu diperhatikan bahwa prosedur tersebut hendaknya tidak digunakan untuk menentukan nilai struktural yang dibutuhkan oleh bagian perkerasan yang terletak diatas lapis pondasi bawah atau lapis pondasi atas dengan modulus resilien lebih dari 40.000 psi atau sekitar 270 Mpa. Untuk kasus tersebut, tebal lapis perkerasan diatas lapisan yang mempunyai modulus elastis tinggi harus ditentukan berdasarkan pertimbangan efektivitas biaya serta tebal minimum yang praktis.

## **2.9 Galian dan Timbunan**

### **2.9.1 Galian**

Galian tanah pada suatu daerah harus diperhitungkan sehingga tang hasil galian dapat digunakan untuk menimbun. Perencanaan yang baik jika galian dan timbunan seimbang, tetapi volume tanah galian cukup untuk penimbunan yang biasa disertai dengan pemadatan. Galian dan tanah timbunan dikatakan seimbang jika volume tanah galian lebih besar dari tanah timbunan.

### **2.9.2 Timbunan**

Sebelum kontruksi penimbunan dikerjakan terlebih dahulu dan dipersiapkan dasar dari timbunan tersebut. Dalam hal ini tanah asli.

Beberapa faktor yang menyebabkan dasar timbunan jadi lemah, yaitu :

a. Air

Untuk mengatasi masalah air maka diperlukan drainase yang baik , berupa drainase bawah tanah dan drainage permukaan.

b. Bahan Dasar

Bahan yang tidak baik yang digunakan sebagai bahan dasar timbunan adalah tanah humus. Biasanya tanah ini dibuang dan diganti dengan tanah yang baik. Tanah yang digunakan untuk bahan timbunan yang memenuhi persyaratan yaitu tidak mengandung lempung, dengan plastisitas tinggi dan tidak mengandung bahan organik. Bila bahan dasar yang digunakan sebagai timbunan berupa gregat, maka agregat yang dipilih harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan antara lain :

- Gradasi agregat harus memnuhi persyaratan yang telah ditentukan.
- Ukuran batuan tidak boleh lebih dari 75 % tebal lapisan.

Cara pencapaian mutu bahan untuk mendapatkan gaya dukung tanah yang diinginkan dapat dilakukan perbaikan-perbaikan dengan cara pencampuran bahan lain seperti agregat, semen dan kapur atau pengupasan lapisan tanah yang jelek mutunya dan menggantikannya dengan lapisan tanah yang lebih baik.

Hal yang penting dalam pelaksanaan penimbunan adalah :

- Konsolidasi  
Adalah pada saat tanah dibebani akan melepaskan sejumlah air pori sehingga tanah timbunan menjadi padat dan kuat menerima beban.
- Settlement  
Adalah proses penyusutan volume tanah timbunan akibat proses konsolidasi sehingga tanah menjadi padat.

### 2.9.3 Perhitungan Galian dan Timbunan

Dengan alasan pertimbangan ekonomis, maka dalam merencanakan suatu ruas jalan raya diusahakan agar pada pekerjaan tanah dasar volume galian seimbang dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang dilengkapi dengan bentuk penampang melintang jalan yang direncanakan, memungkinkan kita untuk menghitung besarnya volume galian dan timbunan.

Untuk memperoleh hasil perhitungan yang logis, ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan yaitu :

#### a. Penentuan *Stationing*

Panjang horizontal jalan dapat dilakukan dengan membuat titik-titik stationing (patok-patok km) disepanjang ruas jalan.

Ketentuan umum untuk pemasangan patok-patok tersebut adalah sebagai berikut :

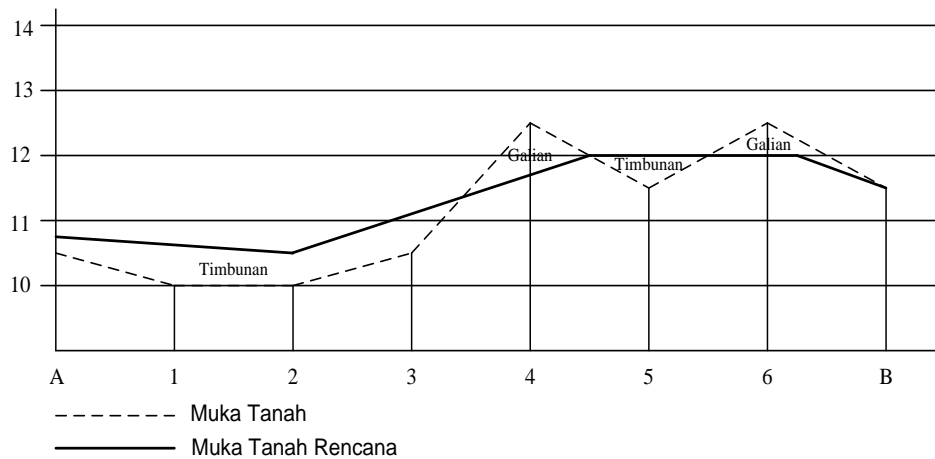
- Untuk daerah datar dan lurus, jarak antara patok 100 m
- Untuk daerah bukit, jarak antara patok 50 m
- Untuk daerah gunung, jarak antara patok 20 m

#### b. Profil Memanjang

Profil memanjang ini memperlihatkan kondisi elevasi dari muka tanah asli dan permukaan tanah dasar jalan yang direncanakan.

Profil memanjang digambarkan dengan menggunakan skala horizontal 1:1000 dan skala vertikal 1:100, diatas kertas standar Bina Marga dari profil memanjang ini merupakan penampakan dari trase jalan (alinyemen

horizontal) yang telah digambarkan sebelumnya. Contoh gambar profil memanjang dapat dilihat pada gambar 2.16.



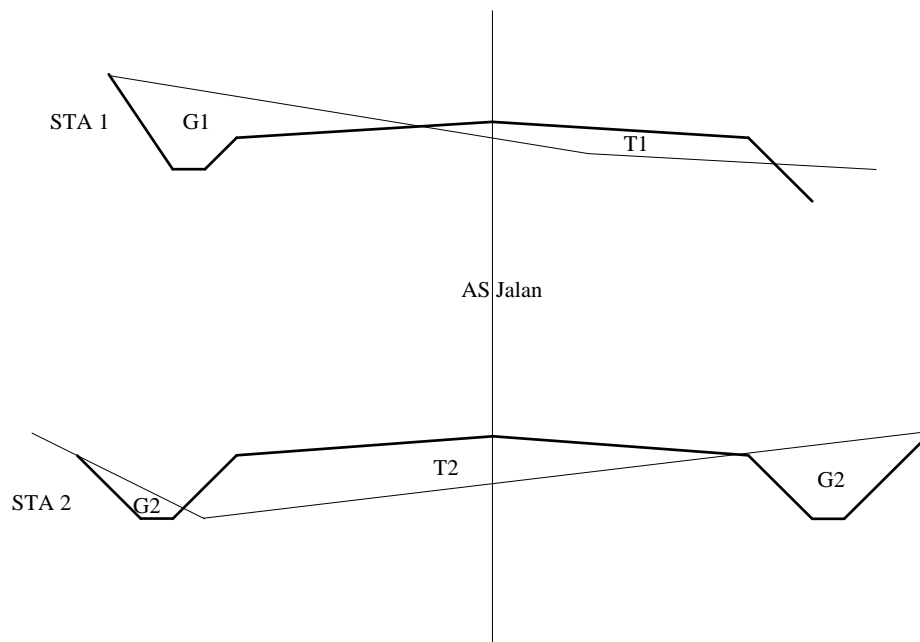
Gambar 2.16 Profil Memanjang

c. Profil Melintang

Profil melintang (*cross section*) digambarkan untuk setiap titik stationing (patok) yang telah ditetapkan. Profil ini menggambarkan bentuk permukaan tanah asli dan rencana jalan dalam arah tegal lurus as jalan secara horizontal. Kondisi permukaan tersebut diperlihatkan sampai sebatas minimal separuh daerah penguasaan jalan kearah kiri dan kanan jalan tersebut.

Dengan menggunakan data-data yang tercantum dalam Daftar I PPGJR No.13 / 1970, antara lain lebar perkerasan, lebar bahu, lebar saluran (drainase), lereng melintang perkerasan dan lereng melintang bahu maka bentuk rencana badan jalan dapat diperlihatkan.

Informasi yang dapat diperoleh dari hasil penggambaran profil melintang ini adalah luas dari bidang-bidang galian atau timbunan yang dikerjakan pada titik tersebut. Contoh dari profil memanjang dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Profil Melintang

d. Menghitung Volume Galian Dan Timbunan

Untuk menghitung volume galian dan timbunan diperlukan data luas penampang baik galian maupun timbunan dari masing-masing potongan dan jarak dari kedua potongan tersebut. Masing-masing potongan dihitung luas penampang galian ataupun timbunannya. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan alat planimetri atau dengan cara membagi-bagi setiap penampang menjadi bentuk bangun-bangun sederhana, misalnya bangun segitiga, segi empat dan trapesium, kemudian dijumlahkan. Hasil dari setiap perhitungan tersebut kemudian dituangkan kedalam formulir sebagai berikut:

Tabel 2.30. Contoh Perhitungan Galian Dan Timbunan

Antar STA	Luas Penampang Melintang (m <sup>2</sup> )				Jarak d (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	
	G	T	G <sub>rata-rata</sub>	T <sub>rata-rata</sub>		G	T
	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	( 3x5 )	( 4x5 )
STA 1	G1	T1	$\frac{G_1 + G_2}{2}$	$\frac{T_1 + T_2}{2}$	d	d x G	d x T
STA 2	G2	T2				rata-rata	rata-rata
Dst							

(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)



Perlu diketahui bahwa perhitungan volume galian dan timbunan ini dilakukan secara pendekatan. Semakin kecil jarak antar STA, maka harga volume galian dan timbunan juga semakin mendekati harga yang sesungguhnya. Sebaliknya semakin besar jarak antar Sta, maka semakin jauh ketidak tepatan hasil yang diperoleh.

Ketelitian dan ketepatan dalam menghitung besarnya volume galian dan timbunan akan sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan dalam waktu pelaksanaan lapangan nantinya. Pekerjaan tanah yang terlalu besar akan berdampak terhadap semakin mahal biaya pembuatan jalan yang direncanakan. Oleh sebab itu, faktor-faktor yang perlu diperhatikan guna menghindari ketidak hematatan perlu diperhatikan sejak dini.

Faktor-faktor tersebut antara lain :

- Penuangan data lapangan kedalam bentuk gambar harus benar, baik skala ukuran yang digunakan.
- Perhitungan luas penampang harus seteliti mungkin dan bila memungkinkan harus menggunakan alat ukur, misalnya planimetri.
- Disamping telah ditentukan seperti diatas, penentuan jarak antar Sta harus sedemikian rupa sehingga informasi-informasi penting seperti perubahan elevasi yang mendadak dapat dideteksi dengan baik.

## **2.10 Pengelolaan Proyek**

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.

### **a. Daftar Harga Satuan Alat dan Upah**

Daftar satuan bahan dan upah adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga tempat proyek berada karena tidak setiap daerah memiliki standar yang sama. Penggunaan daftar upah ini juga merupakan pedoman untuk menghitung perancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah

yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan dan upah adalah harga yang termasuk pajak-pajak.

b. Analisa Satuan Harga Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisa. Harga bahan didapat dipasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapat dilokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah.

Analisa bahan suatu pekerjaan adalah menghitung banyaknya volume masing-masing bahan serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

c. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyaknya suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada didalam suatu proyek tersebut.

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkobinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan. Langkah-langkah dalam perhitungan galian dan timbunan antara lain :

1. Penentuan *stasioning* (jarak patok) sehingga diperoleh panjang jalan dari alinyemen horizontal (*trase* jalan).
2. Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) yang memperlihatkan perbedaan beda tinggi muka tanah asli dengan muka tanah rencana.
3. Gambarkan potongan melintang (*cross section*) pada titik stasioning, sehingga didapatkan luas galian dan timbunan.

4. Hitung volume galian dan timbunan dengan mengalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak patok.

d. Perhitungan rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya dalam perencanaan anggaran biaya perlu dilampirkan analisa harga satuan bahan dari setiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

e. Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya dan waktu pelaksanaannya. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

f. Rencana kerja (*time schedule*)

Rencana kerja (*time schedule*) adalah pengaturan waktu rencana kerja secara terperinci terhadap suatu item pekerjaan yang berpengaruh terhadap selesainya secara keseluruhan suatu proyek konstruksi.

Adapun jenis-jenis *schedule* atau rencana kerja, yaitu :

1. Bagan balok (*barchart*)

Adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal dan kolom arah horizontal yang menunjukkan skala waktu.

2. Kurva S

Adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Bertambah atau tidaknya

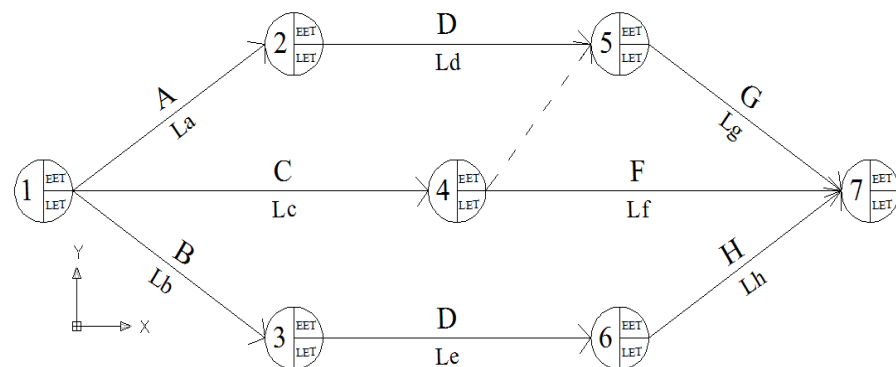
*persentase* pembangunan konstruksi dapat dilihat pada kurva S dan dapat dibandingkan dengan keadaan dilapangan.

### 3. Jaringan Kerja/ Network Planning (NWP)

*Network planning* adalah sebuah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram *network* sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk kedalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya. Cara membuat *network planning* bisa dengan cara manual atau menggunakan software komputer seperti *Ms. Project*. untuk membuatnya kita membutuhkan data-data yaitu


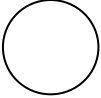
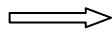

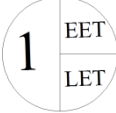
- a) Jenis pekerjaan yang dibuat detail rincian item pekerjaan, contohnya jika kita akan membuat *network planning* pondasi batu kali maka apabila dirinci ada pekerjaan galian tanah, pasangan pondasi batu kali kemudian urugan tanah kembali.
- b) Durasi waktu masing-masing pekerjaan, dapat ditentukan berdasarkan pengalaman atau menggunakan rumus analisa bangunan yang sudah ada.
- c) Jumlah total waktu pelaksanaan pekerjaan.
- d) Metode pelaksanaan konstruksi sehingga dapat diketahui urutan pekerjaan.

Gambar *Network Planning* dapat dilihat pada gambar 2.22 dibawah ini :



Gambar 2.18 Sketsa Network Planning

Keterangan :

- a.  (*Arrow*), bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Simbol ini merupakan pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan resources tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.
- b.  (*Node/event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat peristiwa atau kejadian. Simbol ini adalah permulaan atau akhir dari suatu kegiatan.
- c.  (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critikcal path*).
- d. - - - -  (*Dummy*), bentuknya merupakan anak oanh putus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud dengan aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu.
- e.  1 = Nomor Kejadian  
 EET (*Earliest Event Time*) = waktu yang paling cepat yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yang dimulai dari kejadian awal dilanjutkan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar.  
 LET (*Laetest Event Time*) = waktu yang paling lambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebelumnya dengan mengambil angka terkecil.
- f. A, B, C, D, E, F, G, H merupakan kegiatan, sedangkan La, Lb, Lc, Ld, Le, Lf, Lg dan Lh merupakan durasi dari kegiatan tersebut.